

УДК 519.85

**О ЗАДАЧЕ РАЗМЕЩЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ****Кочанова Ю.С.****Научный руководитель – к. ф.-м. н., доцент Семенова Д.В.***Сибирский федеральный университет*

Задачи размещения и распределения объектов часто возникают на практике и издавна привлекают внимание специалистов. Впервые одну из таких задач поставил Ферма в XVII веке. Она заключалась в поиске такой точки на плоскости, сумма расстояний от которой до трех заданных точек была минимальна.

В самой общей постановке задача размещения-распределения объектов состоит в определении числа новых объектов и координат их размещения, а также в распределении перевозок между новыми и существующими объектами. В работе решение задачи размещения-распределения объектов предполагает определение координат размещения новых объектов таким образом, чтобы стоимость транспортировки от объектов к потребителям была минимальной. В работе рассматривается постановка транспортной задачи, квадратичной задачи о назначениях, задачи Штейнера-Вебера, приведены способы их решения. Наиболее подробно рассмотрена задача о размещении и распределении объектов с точки зрения неопределенного программирования.

При формировании модели размещения-распределения объектов будем использовать следующие индексы, параметры, переменные:  $i = 1, 2, \dots, n$  : объекты;  $j = 1, 2, \dots, m$  : потребители;  $(a_j, b_j)$  : координаты размещения  $j$ -го потребителя;  $\xi_j$  : случайный спрос  $j$ -го потребителя;  $s_i$  : производительность  $i$ -го объекта,  $1 \leq i \leq n$ ;  $(x_i, y_i)$  : варьируемые переменные, представляющие координаты размещения  $i$ -го объекта;  $z_{ij}$  : объем поставок от объекта  $i$  потребителю  $j$  после того, как величины случайного спроса  $\xi_j$  приняли конкретные значения.

Предположим, что вектор спроса  $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$  определен на вероятностном пространстве  $(\Omega, \mathcal{A}, \mathbf{P})$ . Для каждого  $\omega \in \Omega$  вектор  $\xi(\omega)$  является реализацией случайного вектора  $\xi$ . Обозначим допустимое множество размещений объектов как

$$Z(\omega) = \left\{ \begin{array}{ll} z_{ij} \geq 0, & i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \\ \sum_{i=1}^n z_{ij} = \xi_j(\omega), & j = \overline{1, m}, \\ \sum_{j=1}^m z_{ij} \leq s_i, & i = \overline{1, n}. \end{array} \right. \quad (1)$$

Требуется минимизировать стоимость, то есть

$$C(x, y) = \min_{z \in Z(\omega)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m z_{ij} \sqrt{(x_i - a_j)^2 + (y_i - b_j)^2}. \quad (2)$$

Задача (2) с ограничениями вида (1) решается методом неопределенного программирования.

Следует заметить, что эта модель отличается от традиционных моделей стохастического программирования наличием в ней подзадачи вида:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min_{z \in Z(\omega)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m z_{ij} \sqrt{(x_i - a_i)^2 + (y_i - b_i)^2}, \\ \sum_{i=1}^n z_{ij} = \xi_j(\omega), \quad j = \overline{1, m}, \\ \sum_{j=1}^m z_{ij} \leq s_i, \quad i = \overline{1, n}, \\ z_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}. \end{array} \right. \quad (3)$$

Здесь параметры  $x_i$ ,  $y_i$  и  $\xi_j(\omega)$  являются фиксированными действительными числами при  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$ , чтобы минимизировать ожидаемую стоимость транспортировки, была предложена следующая EVM-модель.

1. Моделируем вектор спроса в зависимости от распределения.
2. Фиксируем расстояния между объектами.
3. Решаем задачу (3) симплекс-методом.
4. Получаем значение стоимости  $C$ .
5. Повторяем шаги 1-4  $N$  раз, где  $N \gg 100$  и находим среднее значение  $C$ .

Далее, для решения задач с использованием представленной модели применяем гибридный алгоритм, с помощью которого вычисляем неопределенную функцию и находим координаты оптимального размещения объектов применяя процедуру статистического моделирования.